

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 0 月 2 8 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 6 7 2 1 3
Application Number:

(T. 10/C) : [J P 2 0 0 3 - 3 6 7 2 1 3]

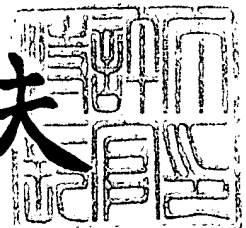
出 願 人 セイコーエプソン株式会社
Applicant(s):

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2 0 0 3 年 1 1 月 2 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 J0102899
【提出日】 平成15年10月28日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 B63C 11/02
G04G 1/00 315

【発明者】
【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
【氏名】 廣瀬 健

【特許出願人】
【識別番号】 000002369
【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】
【識別番号】 100091823
【弁理士】
【氏名又は名称】 櫛渕 昌之

【選任した代理人】
【識別番号】 100101775
【弁理士】
【氏名又は名称】 櫛渕 一江

【先の出願に基づく優先権主張】
【出願番号】 特願2002-359191
【出願日】 平成14年12月11日

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 044163
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 0202069

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

複数種類の潜水用ガスを混合した混合ガスが充填され、かつ、互いに前記潜水用ガスの混合比率が同じ若しくは異なる複数のボンベと、

前記複数のボンベに接続され、前記複数のボンベに充填された混合ガスのうちいずれかを選択的に供給すべく前記ボンベの切り換えを行うための切換装置と、

前記切換装置を介して供給された前記混合ガスを所定圧力として供給するレギュレータと、

を備えたことを特徴とする潜水具。

【請求項 2】

請求項 1 記載の潜水具において、

前記複数のボンベは、潜行時の水深域に基づいて前記混合比率が設定されたボンベと、

減圧潜水用に前記混合比率が設定されたボンベと、

を含むことを特徴とする潜水具。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 記載の潜水具において、

前記混合ガスは所定の 3 種類以上の前記潜水用ガスのうち、少なくとも 2 種類の前記潜水用ガスを混合していることを特徴とする潜水具。

【請求項 4】

請求項 3 記載の潜水具において、

前記潜水用ガスは、酸素、窒素およびヘリウムを含むことを特徴とする潜水具。

【請求項 5】

請求項 1 または請求項 2 記載の潜水具において、

前記潜水用ガスは、少なくとも酸素と、不活性ガスとを含み、

前記混合ガスは、酸素と一または複数種類の不活性ガスとが混合されていることを特徴とする潜水具。

【請求項 6】

請求項 5 記載の潜水具において、

前記不活性ガスは、ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトンあるいはキセノンのうち、少なくともいずれかを含むことを特徴とする潜水具。

【請求項 7】

請求項 1 ないし請求項 6 のいずれかに記載の潜水具において、

前記潜水用ガスとして水素を含むことを特徴とする潜水具。

【請求項 8】

請求項 1 ないし請求項 7 のいずれかに記載の潜水具において、

あらかじめ設定された予定潜水パターンおよび現在までの実際の潜水パターンに基づいて、前記選択バルブ装置の切り換え指示および現在以降の潜水パターンの指示を行うダイバース用情報処理装置を備えたことを特徴とする潜水具。

【請求項 9】

複数種類の潜水用ガスを混合した混合ガスが充填され、かつ、互いに前記潜水用ガスの混合比率が同じ若しくは異なる複数のボンベと、前記複数のボンベに接続され、前記複数のボンベに充填された混合ガスのうちいずれかを選択的に供給すべく前記ボンベの切り換えを行うための切換装置と、前記切換装置を介して供給された前記混合ガスを所定圧力として供給するレギュレータと、を備えた潜水具の制御方法において、

あらかじめ予定潜水パターンおよび現在までの実際の潜水パターンを記憶する記憶過程と、

記憶した前記予定潜水パターンおよび現在までの実際の潜水パターンに基づいて、前記選択バルブ装置の切り換え指示を行う切換指示過程と、

現在以降の潜水パターンの指示を行う潜水パターン指示過程と、

を備えたことを特徴とする潜水具の制御方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】潜水具および潜水具の制御方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、潜水具および潜水具の制御方法に係り、特に高深度潜水を行うために用いられる潜水具および潜水具の制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ダイビングにより体内に溶け込んだ呼吸気中の窒素などの不活性ガスは体内で気泡となって減圧症を招くことが知られている。

また、普通の空気を呼吸ガスとして使用する空気潜水では、体質や熟練度によっても差があるが、水深30メートル程度を越えて潜水をするといわゆる窒素中毒を起こす可能性が高くなる。

【0003】

このような問題を解決すべく、ダイブコンピュータと称せられるダイバーズ用情報処理装置として、潜水時に一定のアルゴリズムでダイバーの安全性を確保するのに必要な情報、例えば、現在的水深値や体内に過剰に蓄積された不活性ガスが排出されるまでの時間や安全な浮上速度を求め、それを液晶表示パネルなどの表示部に表示するものが知られている。このようなダイバーズ用情報処理装置は、例えば、特許文献1に開示されている。

また、さらに深度が深いダイビングを行う場合には、酸素濃度を高くした酸素および窒素の混合ガスを用いる混合ガス潜水が用いられている。

しかしながら、上述した従来の混合ガス潜水でも、水深40メートル程度を越えると酸素中毒を起こす可能性が高くなる。

【特許文献1】特開平11-20787号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、作業潜水などにおいては、水深40メートルより深い水深に潜行するようなダイビング（高深度ダイビング）がごく普通に行われている。

そこで、本発明の目的は、高深度ダイビングにおいても減圧症、窒素中毒あるいは酸素中毒の発生を低減することが可能な潜水具および潜水具の制御方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題を解決するため、潜水具は、複数種類の潜水用ガスを混合した混合ガスが充填され、かつ、互いに前記潜水用ガスの混合比率が同じ若しくは異なる複数のボンベと、前記複数のボンベに接続され、前記複数のボンベに充填された混合ガスのうちいずれかを選択的に供給すべく前記ボンベの切り換えを行うための切換装置と、前記切換装置を介して供給された前記混合ガスを所定圧力として供給するレギュレータと、を備えたことを特徴としている。

上記構成によれば、切換装置は、複数のボンベに充填された混合ガスのうちいずれかを選択的に供給すべく切り換えを行い、レギュレータは、切換装置を介して供給された混合ガスを所定圧力としてダイバーに供給することとなる。

この場合において、前記複数のボンベは、潜行時の水深域に基づいて前記混合比率が設定されたボンベと、減圧潜水用に前記混合比率が設定されたボンベと、を含むようにしてもよい。

【0006】

また、前記混合ガスは所定の3種類以上の前記潜水用ガスのうち、少なくとも2種類の前記潜水用ガスを混合しているようにしてもよい。

さらに、前記潜水用ガスは、酸素、窒素およびヘリウムを含むようにしてもよい。

さらにまた、前記潜水用ガスは、少なくとも酸素と、不活性ガスとを含み、前記混合ガスは、酸素と一または複数種類の不活性ガスとが混合されているようにしてもよい。

また、前記不活性ガスは、ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトンあるいはキセノンのうち、少なくともいずれかを含むようにしてもよい。

さらに、前記潜水用ガスとして水素を含むようにしてもよい。

さらにまた、あらかじめ設定された予定潜水パターンおよび現在までの実際の潜水パターンに基づいて、前記選択バルブ装置の切り換え指示および現在以降の潜水パターンの指示を行うダイバーズ用情報処理装置を備えるようにしてもよい。

また、複数種類の潜水用ガスを混合した混合ガスが充填され、かつ、互いに前記潜水用ガスの混合比率が同じ若しくは異なる複数のボンベと、前記複数のボンベに接続され、前記複数のボンベに充填された混合ガスのうちいずれかを選択的に供給すべく前記ボンベの切り換えを行うための切換装置と、前記切換装置を介して供給された前記混合ガスを所定圧力として供給するレギュレータと、を備えた潜水具の制御方法は、あらかじめ予定潜水パターンおよび現在までの実際の潜水パターンを記憶する記憶過程と、記憶した前記予定潜水パターンおよび現在までの実際の潜水パターンに基づいて、前記選択バルブ装置の切り換え指示を行う切換指示過程と、現在以降の潜水パターンの指示を行う潜水パターン指示過程と、を備えたことを特徴としている。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、潜水用ガスの混合比率が異なる複数のボンベを切換装置により切り換え、レギュレータを介してダイバーに供給するので、高深度潜水を行う場合でも、酸素中毒、窒素中毒あるいは減圧症の発生を抑制することが可能となる。

また、ダイバーズ用情報処理装置により、各ボンベの使用の切換タイミングを設定し、ダイバーに報知することによりダイビングの安全性を高めることが可能となる。

さらにダイバーズ用情報処理装置は、各潜水用ガスの混合比率に対する無減圧潜水可能時間、あるいは減圧停止に必要な時間と深度を指示することができ、酸素中毒、窒素中毒あるいは減圧症の発生を抑制しつつ安全なダイビングを行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

次に本発明の好適な実施の形態について図面を参照して説明する。

図1は、実施形態の潜水具の使用態様図である。また図2は実施形態の潜水具の概要構成説明図である。

潜水具100は、大別すると、複数のボンベ1A～1Dと、切換バルブ・レギュレータ2と、水深・残圧計3と、ダイバーズ用情報処理装置（以下、ダイブコンピュータという。）4と、を備えている。

ボンベ1A～1Dは、それぞれ2種または3種類の潜水用ガスを混合した混合ガスが充填され、その混合比率がそれぞれ異なっている。

図2は、潜水用ガスの混合比率の一例の説明図である。以下の説明においては、潜水用ガスとして、酸素O₂、窒素N₂およびヘリウムHeの3種類を用いる場合について説明する。

【0009】

図2に示すように、ボンベ1Aは、酸素O₂の混合比率F_{O₂} = 21%、窒素N₂の混合比率F_{N₂} = 79%、ヘリウムHeの混合比率F_{He} = 0%となっており、いわゆる通常の空気と同じ混合比率となっている。この混合比率の混合ガスは、潜行時に深度30m程度まで用いることが可能となる。

ボンベ1Bは、酸素O₂の混合比率F_{O₂} = 15%、窒素N₂の混合比率F_{N₂} = 35%、ヘリウムHeの混合比率F_{He} = 40%となっており、潜行時および浮上時の水深30m以深の高深度領域で用いられる。この混合比率の混合ガスは、主として酸素中毒の防止を目的としている。

ボンベ1Cは、酸素O₂の混合比率F_{O₂} = 50%、窒素N₂の混合比率F_{N₂} = 0%

、ヘリウム He の混合比率 $F_{\text{He}} = 50\%$ となっており、浮上時における比較的高深度から深度 10 m 程度の比較的低深度までの深度領域で用いられる。この混合比率の混合ガスは、主として窒素中毒の防止を目的としている。

【0010】

ボンベ 1 D は、酸素 O_2 の混合比率 $F_{\text{O}_2} = 70\%$ 、窒素 N_2 の混合比率 $F_{\text{N}_2} = 10\%$ 、ヘリウム He の混合比率 $F_{\text{He}} = 20\%$ となっており、減圧潜水時に用いられる。すなわち、この混合比率の混合ガスは、主として減圧症の防止を目的としている。

切換バルブ・レギュレータ 2 は、ボンベ 1 A ~ 1 D から供給される混合ガスを切り換えるとともに、混合ガスの圧力を所定の圧力にするファーストステージ 2 A と、ファーストステージ 2 A にレギュレータホース 2 B を介して接続されたセカンドステージ 2 C と、を備えている。

水深・残圧計 3 は、潜水中の水深および各ボンベ 1 A ~ 1 D のうち現在使用されているボンベの残圧（残量）を計測し、表示を行う。

【0011】

図 3 はダイブコンピュータの概要構成ブロック図である。

本実施形態のダイブコンピュータ 4 は、以下のような機能を有している。

- (1) 潜水中のダイバーの深度や潜水時間を計算して表示する。
- (2) 潜水中に体内に蓄積される不活性ガス量を計測し、この計測結果から潜水後に水からあがった状態で体内に蓄積された窒素が排出されるまでの時間などを表示する。
- (3) あらかじめ設定された予定潜水パターンおよび現在までの実際の潜水パターンに基づいて、切換バルブ・レギュレータ 1 2 の切り換え指示および減圧症などを引き起こさないための現在以降の潜水パターンの指示を行う。

次にダイブコンピュータ 4 の構成を説明する。

ダイブコンピュータ 4 は、図示しない円盤状の装置本体に対して、図面上下方向に腕バンドがそれぞれ連結され、この腕バンドによって腕時計と同様にユーザの腕に装着されて使用されるようになっている。

【0012】

ここで、装置本体は、上ケースと下ケースとが完全水密状態でビス止めなどの方法で固定され、図示しない各種電子部品が内蔵されている。

図 3 に示すように、ダイブコンピュータ 4 は、大別すると、各種操作を行うための操作部 5、各種情報を表示する表示部 10、潜水動作監視スイッチ 30、ブザーなどのアラーム音によりユーザに告知を行う報音装置 37、振動によりユーザに告知を行う振動発生装置 38、ダイブコンピュータ全体の制御を行う制御部 50、気圧あるいは水圧を計測するための圧力計測部 61 および各種計時処理を行う計時部 68 を備えて構成されている。表示部 10 は、各種の情報を表示するための液晶表示パネル 11 および液晶表示パネル 11 を駆動するための液晶ドライバ 12 を備えて構成されている。

表示部 10 は、装置本体の正面側に設けられ、液晶表示パネル 11 を有している。

【0013】

さらに装置本体にはダイブコンピュータ 4 における各種動作モードの選択／切替を行うための操作部 5 が形成され、操作部 5 は、プッシュボタン形式の複数のスイッチを有している。

さらにまた、装置本体には潜水を開始したか否かを判別するために用いられる導通センサを用いた潜水動作監視スイッチ 30 が構成されている。この潜水動作監視スイッチ 30 は、装置本体に設けられた二つの電極を有し、二つの電極間が海水などにより導通状態となることにより、両電極間の抵抗値が小さくなった場合に入水したと判断するものである。しかしながら、この潜水動作監視スイッチ 30 は、あくまで入水したことを検出してダイブコンピュータ 4 の動作モードをダイビングモードに移行させるために用いられるだけであり、実際に潜水（ダイビング）を開始した旨を検出するために用いられる訳ではない。すなわち、ダイブコンピュータ 4 を装着したユーザの腕が海水に浸かっただけの場合もあり、このような状態で潜水を開始したの判断するのは好ましくないからである。

【0014】

このため、本実施形態のダイブコンピュータ4においては、装置本体に内蔵した圧力センサによって水圧（水深）が一定値以上、より具体的には、水圧が水深にして1.5[m]相当以上となった場合にダイビングを開始したものとみなし、かつ、水圧が水深にして1.5[m]未満となった場合にダイビングが終了したものとみなしている。

制御部50は、スイッチA、B（＝操作部5）および潜水動作監視スイッチ30、報音装置37および振動発生装置38が接続されるとともに、装置全体の制御を行うCPU51と、CPU51の制御下で、各動作モードに対応した表示を液晶表示パネル11に行わせるため液晶ドライバ12を制御し、あるいは、後述の時刻用カウンタ33における各動作モードにおける処理を行う制御回路52と、制御用プログラムおよび制御用データを格納したROM53と、各種データを一時的に格納するRAM54と、を備えて構成されている。

【0015】

また、圧力計測部61は、ダイブコンピュータ1においては水深（水圧）を計測、表示するとともに、水深および潜水時間からユーザの体内に蓄積される不活性ガス量を計測することが必要であるため、気圧および水圧を計測している。圧力計測部61は、半導体圧力センサにより構成される圧力センサ34と、この圧力センサ34の出力信号を増幅するための増幅回路35と、増幅回路35の出力信号のアナログ／デジタル変換を行い、制御部50に出力するA/D変換回路36と、を備えて構成されている。

計時部68は、ダイブコンピュータ1においては通常時刻の計測や潜水時間の監視をおこなうために、所定の周波数を有するクロック信号を出力する発振回路31と、この発振回路31からのクロック信号の分周を行う分周回路32と、分周回路32の出力信号に基づいて1秒単位での計時処理を行う時刻用カウンタ33と、を備えて構成されている。

【0016】

次に実施形態の潜水具の使用態様について説明する。

高深度潜水を行う場合、深度に応じて潜水用ガスの混合比率を変更したポンペを潜水中に切り換える必要があり、数本（本実施形態では4本）のポンペを持って潜水を行う。

安全な潜水を行うためにも、複数のポンペ1A～1Dのうちどのタイミングでどのポンペを使用するかをあらかじめシミュレーションしておき、使用者が把握しておく必要がある。

上述したように、本実施形態で使用する混合ガスは酸素O₂、窒素N₂、ヘリウムHeの3種類のガスを用いている。ヘリウムHeは、無臭、無毒性で非爆発性の不活性ガスである。

ところで、混合ガスを用いて潜水を行う場合にガスポンペの気体混合比率を設定する必要があると同時に、深く潜行するダイビングにおいては、潜水パターンに応じて互いに混合比率の異なる複数のガスポンペを用意する必要がある。

このためあらかじめダイビングを行うに際しては、シミュレーションを行い、潜水パターンから使用する気体混合比率を選定する必要がある。

【0017】

以下、シミュレーションの詳細を説明する。実際のシミュレーションは、ダイブコンピュータ4とは別個に設けられたパーソナルコンピュータなどのシミュレータ装置により行われる。

まず、シミュレーションを行うユーザは、シミュレータ装置に対し、潜水時間、この潜水時間に応じた水深値を入力する。より詳細には、潜行あるいは浮上速度がほぼ一定な範囲に相当する潜行（浮上）開始深度、潜行（浮上）目的深度および両深度間の移行に要する時間を入力する。

さらに、ユーザは、複数のポンペ、本実施形態では、4本のポンペ1A～1Dのそれぞれについて酸素、窒素、ヘリウムの混合比率をシミュレータ装置に入力する。この場合において、設定が認められない混合比率については、あらかじめ設定されたデータベースに基づいてその旨をユーザに通知するとともに、再入力を促すこととなる。

【0018】

そして有効なデータが入力されると、シミュレータ装置は、シミュレーションを実行し、実際のダイビング同様に潜水時間に応じて体内に排出・蓄積される不活性ガス量、酸素量、酸素分圧、無減圧潜水可能時間、減圧潜水の状態時には、減圧停止に必要な時間と深度を潜水用ガスの混合比率と水深値から求める。

例えば、酸素分圧 P_{O_2} は、次のように求められる。

酸素分圧 $P_{O_2} = (\text{潜水深度での水压} + \text{大気圧}) \times \text{呼吸気中の酸素比率}$

そして求めた酸素分圧 P_{O_2} の値は図示しない表示装置に表示されるとともに、シミュレーションデータとして図示しない記憶装置に格納される。

より具体的には、呼吸気中の酸素比率 = 36% で潜水深度が 16 m である場合には、対応する水压値が 1.6 bar で、かつ、大気圧を 1.0 bar とすると、得られる酸素分圧 $P_{O_2} = 0.9 \text{ bar}$ となる。

ここで、酸素分圧最大許容値 $P_{O_2 \text{ max}}$ は、酸素中毒（酸素酔い）を防ぐという観点から

$$P_{O_2 \text{ max}} = 1.6 \text{ bar}$$

とされる。

従って、このシミュレーション結果に従ってダイビングを行うダイバーは、酸素分圧 P_{O_2} が酸素分圧最大許容値 $P_{O_2 \text{ max}}$ 以下であれば適正なダイビングであり、自分自身を酸素中毒（酸素酔い）から守ることができる。

また、酸素分圧 P_{O_2} が酸素分圧最低許容値 $P_{O_2 \text{ min}} = 0.16 \text{ bar}$ より高ければ、一般的には酸素欠乏からダイバーを守ることができる。

【0019】

図4は潜水パターンの一例を示す図である。また、図5は各ボンベ1A～1Dに充填された潜水用ガスの混合比率の一例の説明図である。

例えば、図4に示す潜水パターンにおいて、潜水時、潜水パターン中のA領域では、水深がまだ浅いので、大気中の気体（主として酸素及び窒素）の混合比率と同じにして潜ればよい。すなわち、図5に示すように、潜水パターン中のA領域では、酸素比率 $F_{O_2} = 21\%$ 、窒素比率 $F_{N_2} = 79\%$ 、ヘリウム比率 $F_{He} = 0\%$ とする。

また、深い水深の地点に潜行したい場合には、体内に窒素や酸素がまだ蓄積されていない潜水初期時（好ましくは潜水開始時）に潜行する。そして、人体に危険を及ぼす恐れがある酸素比率 F_{O_2} および窒素比率 F_{N_2} は低めにしておき、深く潜行することとなる。

また、潜水パターン中のB領域では、図5に示すように、酸素比率 $F_{O_2} = 15\%$ 、窒素比率 $F_{N_2} = 30\%$ 、ヘリウム比率 $F_{He} = 45\%$ とする。

【0020】

100 m もの高深度潜行になると減圧症になりやすい状態となるので、徐々に浮上してゆく。このとき、水深が浅くなるまでの気体混合比率の設定は、窒素比率を低くし、酸素中毒も意識する。具体的には、潜水パターン中のC領域では、図5に示すように、酸素比率 $F_{O_2} = 50\%$ 、窒素比率 $F_{N_2} = 0\%$ 、ヘリウム比率 50% とする。

さらに、潜水パターン中のD領域では、減圧潜水状態で水深が浅いところなので、不活性ガスの比率を低くし、酸素比率を高くしている。具体的には、図5に示すように、酸素比率 $F_{O_2} = 70\%$ 、窒素比率 $F_{N_2} = 10\%$ 、ヘリウム比率 $F_{He} = 20\%$ とする。

図6は各水深時の目安になる気体混合比率の割合の説明図である。

図6に示すように、実際の潜水では、そのときの潜水時間や各気体の体内蓄積状況が異なることからあくまでも目安であり、用途に応じて切換を行う必要がある。

【0021】

以下、一般的な設定時の注意事項について説明する。

高深度潜水時には酸素比率は低めにし、酸素中毒にならないような設定にしている。

また、不活性ガスが体内に蓄積し、減圧潜水状態になったら徐々に水深を浅くしていく。

浮上していくにつれて、不活性ガスが排出されていくので、酸素中毒及び減圧症を考慮しつつ、酸素の割合を大きくし、最終的に水深数メートルでは、減圧指示が出ている場合には純酸素に近い設定で減圧潜水することで体内の不活性ガスを排出することとなる。これにより、減圧時間を短縮することができ、無減圧潜水に切り替わった段階で、水面に上がることができる。

次にシミュレーションしたダイビングに際しての準備について説明する。

ダイビングに先立ち、ダイバーは、シミュレーションにより設定した混合比率と同一の潜水用ガスのボンベを用意する。

【0022】

次にダイブコンピュータ 4 において、使用するボンベに関する潜水用ガスの混合比率を設定しておく。また、ガスボンベを切り換えるタイミングを報知するため、潜水時間、水深値などを目安にユーザが設定する。

ここで、ダイブコンピュータ 4 へのデータの設定について説明する。

まず、潜水用ガスの混合比率の設定について説明する。

酸素比率 F_{O_2} 、窒素比率 F_{N_2} およびヘリウム比率 F_{He} の関係は、

$$F_{O_2} + F_{N_2} + F_{He} = 100\%$$

であるから、ユーザが酸素 O_2 およびヘリウム He の比率の設定を行えば、窒素 N_2 の比率は自動算出部により酸素 O_2 およびヘリウム He の比率に基づいて自動的に算出することができる。

酸素比率 F_{O_2} の設定は、潜水時に酸素欠乏を考慮し、あまりに低い値の設定ができないように、8～99%の設定範囲（水深が深い所では、酸素中毒を防止すべく酸素比率の低い設定値が使用される）が用いられる。

ヘリウム比率 F_{He} の設定は、0～99%の設定範囲が用いられる。

【0023】

この場合において、酸素は低い比率では、酸素欠乏となり、高濃度では、水深値に応じて酸素中毒になる危険性が高いことから、ヘリウム比率 F_{He} および自動設定される窒素比率 F_{N_2} の設定の影響を受けないように必ずユーザが設定する構成を採っており、自動設定は行わないようにしている。

まず、酸素混合比率設定の処理について説明する。

図 7 は、酸素混合比率設定の処理フローチャートである。

まず、ダイブコンピュータ 4 の CPU 51 は、操作部 5 を介して酸素混合比率設定の修正桁が設定されたか否かを判別する（ステップ S11）。

ステップ S11 の判別において修正桁が設定されていない場合には（ステップ S11；No）、CPU 51 は、酸素混合比率設定処理を終了する。

ステップ S11 の判別において修正桁が設定された場合には（ステップ S11；Yes）、CPU 51 は、酸素 O_2 の混合比率 F_{O_2} の値に 1 を加算する処理を行う（ステップ S12）。

続いて、CPU 51 は酸素 O_2 の混合比率 F_{O_2} が設定可能範囲最大値を超過したか否かを判別する（ステップ S13）。

【0024】

ステップ S13 の判別において、酸素 O_2 の混合比率 F_{O_2} が設定可能範囲最大値を超過した場合には、CPU 51 は酸素 O_2 の混合比率 F_{O_2} を設定可能範囲最小値に設定し（ステップ S14）、酸素混合比率設定処理を終了する。具体的には、図 6 の例の場合、水深 40～60 m の水深域においては、CPU 51 は酸素 O_2 の混合比率 $F_{O_2} = 16\%$ とする。

ステップ S13 の判別において、酸素 O_2 の混合比率 F_{O_2} が設定可能範囲最大値以下である場合には、CPU 51 は、酸素 O_2 の混合比率 F_{O_2} 及びヘリウム He の混合比率 F_{He} の和が 100% を超過したか否かを判別する（ステップ S15）。

ステップ S15 の判別において、酸素 O_2 の混合比率 F_{O_2} 及びヘリウム He の混合比率 F_{He} の和が 100% を超過した場合には（ステップ S15；Yes）、CPU 51 は

次式により、ヘリウム H_e の混合比率 F_{He} を確定するとともに、窒素 N_2 の混合比率 $F_{N_2} = 0\%$ に確定し（ステップ S16）、酸素混合比率設定処理を終了する。

$$F_{He} = 100 - F_{O_2} \quad [\%]$$

ステップ S15 の判別において、酸素 O_2 の混合比率 F_{O_2} 及びヘリウム H_e の混合比率 F_{He} の和が 100% 以下の場合には（ステップ S15; No）、CPU51 は次式により、窒素 N_2 の混合比率 F_{N_2} を確定し（ステップ S17）、酸素混合比率設定処理を終了する。

$$F_{N_2} = 100 - F_{O_2} - F_{He} \quad [\%]$$

【0025】

次にヘリウム混合比率設定の処理について説明する。

図8は、ヘリウム混合比率設定の処理フローチャートである。

まず、ダイブコンピュータ4のCPU51は、操作部5を介してヘリウム混合比率設定の修正桁が設定されたか否かを判別する（ステップ S21）。

ステップ S21 の判別において修正桁が設定されていない場合には（ステップ S21; No）、CPU51 は、ヘリウム混合比率設定処理を終了する。

ステップ S21 の判別において修正桁が設定された場合には（ステップ S21; Yes）、CPU51 はヘリウム H_e の混合比率 F_{He} の値に1を加算する処理を行う（ステップ S22）。

続いて、CPU51 は、酸素 O_2 の混合比率 F_{O_2} およびヘリウム H_e の混合比率 F_{He} の和が 100% を超過したか否かを判別する（ステップ S23）。

【0026】

ステップ S23 の判別において、酸素 O_2 の混合比率 F_{O_2} 及びヘリウム H_e の混合比率 F_{He} の和が 100% 以上の場合には（ステップ S23; Yes）、CPU51 はヘリウム H_e の混合比率 $F_{He} = 0\%$ に確定し（ステップ S24）、ヘリウム混合比率設定処理を終了する。

ステップ S23 の判別において、酸素 O_2 の混合比率 F_{O_2} 及びヘリウム H_e の混合比率 F_{He} の和が 100% 未満の場合には（ステップ S23; No）、CPU51 は次式により、窒素 N_2 の混合比率 F_{N_2} を確定し（ステップ S25）、酸素混合比率設定処理を終了する。

$$F_{N_2} = 100 - F_{O_2} - F_{He} \quad [\%]$$

【0027】

次に実際のダイビングを行う場合について説明する。

ダイビング時には、先に行ったシミュレーションと全く同一の水深で潜行するわけではないので、ダイブコンピュータ4は、シミュレーション結果に基づいてボンベを切り換えるタイミングとなっても、そのまま報知する訳ではない。

すなわち、次に切り換えるボンベの潜水用ガスの混合比率で潜行した時に安全か否かを判別するために、ボンベ切換え後の混合比率で酸素分圧、無減圧可能時間、減圧状態では減圧停止時間や減圧停止深度が実際にはどのようになるかを算出して液晶表示パネル11に表示する。

そして液晶表示パネル11に表示された情報に基づいてユーザが適宜ボンベの混合比を選び切換えを行うこととなる。

【0028】

次にダイビング時のダイブコンピュータの具体的処理を説明する。

図9は、ダイビング時のダイブコンピュータの処理フローチャートである。

まず、ダイブコンピュータ4のCPU51は、自己のタイマに基づいてダイビング開始時間からの経過時間を測定する（ステップ S31）。

続いて水深計測を行う（ステップ S32）。

これによりCPU51は、現在使用すべき、潜水用ガスの混合比率を算出する（ステップ S33）。

つぎにCPU51は、酸素分圧 P_{O_2} の算出を行う（ステップ S34）。

続いてCPU 51は、体内不活性ガス量を算出し（ステップS 35）、体内酸素量を算出する（ステップS 36）。

続いてCPU 51は、現在までの潜水パターンに基づいて減圧潜水状態か否かを判別する（ステップS 37）。

【0029】

ステップS 37の判別において、CPU 51は現在の潜水パターンが減圧潜水状態である場合には（ステップS 37；Yes）、減圧停止深度、減圧停止時間および総浮上時間の算出を行い（ステップS 39）、処理をステップS 40に移行する。

ステップS 37の判別において、CPU 51は現在の潜水パターンが減圧潜水状態ではない場合には（ステップS 37；No）、無減圧可能時間を算出する（ステップS 38）。

これらの結果、CPU 51は、表示部10の液晶表示パネル11に減圧停止深度、減圧停止時間および総浮上時間あるいは無減圧可能時間のいずれか一方を表示することとなる（ステップS 40）。

【0030】

以上の説明のように本実施形態によれば、潜水パターンに応じて複数のポンベの潜水用ガスの混合比率を設定し、各ポンベの使用タイミングをダイビング前にシミュレーションする。そして、このシミュレーション結果に基づいて、切替タイミングをダイブコンピュータに設定し、実際のダイビングではダイブコンピュータが実際の潜水パターンを考慮してダイバーにポンベの使用タイミングを報知することによりダイビングの安全性を高めることが可能となる。

また各潜水用ガスの混合比率に対する無減圧潜水可能時間、減圧潜水時には、減圧停止に必要な時間と深度をあらかじめシミュレーションできるので、実際のダイビングにおいても、ポンベを切り換えた場合に安全か否かの判別を確実に行うことができる。

【0031】

以上の説明においては、混合ガスに用いる潜水用ガスとして、酸素、窒素及びヘリウムを用いていたが、混合ガスとして酸素、窒素および水素の組み合わせや、潜水用ガスとして不活性ガスであるネオン（Ne）、アルゴン（Ar）、クリプトン（Kr）あるいはキセノン（Xe）等の人体に影響を及ぼす可能性が低いガスを用いるなど、潜水状態に応じて既知の各種潜水用ガスあるいは各種混合ガスを用いることが可能である。

また、以上の説明においては、潜水用ガスを3種類用いる場合において説明したが、4種類以上の潜水用ガスを用いるように構成することも可能である。

さらに以上の説明においては、各ポンベの切替は、ダイバーが行う構成を採っていたが、ダイバーの指示を待って、自動的に切り換えるように構成することも可能である。もちろんこの場合には、万が一を考慮し、手動で切替可能に構成しておくのが好ましい。この場合には、ダイバーの切替指示が先にあっても、酸素中毒や酸素欠乏などの恐れがある場合にはその旨をダイバーに通知するとともに、一旦、切替を禁止し、再度の指示があった場合にのみ切替を行うように構成することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】 実施形態の潜水具の使用態様図である。

【図2】 実施形態の潜水具の概要構成説明図である。

【図3】 ダイブコンピュータの概要構成ブロック図である。

【図4】 潜水パターンの一例の説明図である。

【図5】 各ポンベに充填された潜水用ガスの混合比率の一例の説明図である。

【図6】 各水深時の目安になる気体混合比率の割合の説明図である。

【図7】 酸素混合比率設定の処理フローチャートである。

【図8】 ヘリウム混合比率設定の処理フローチャートである。

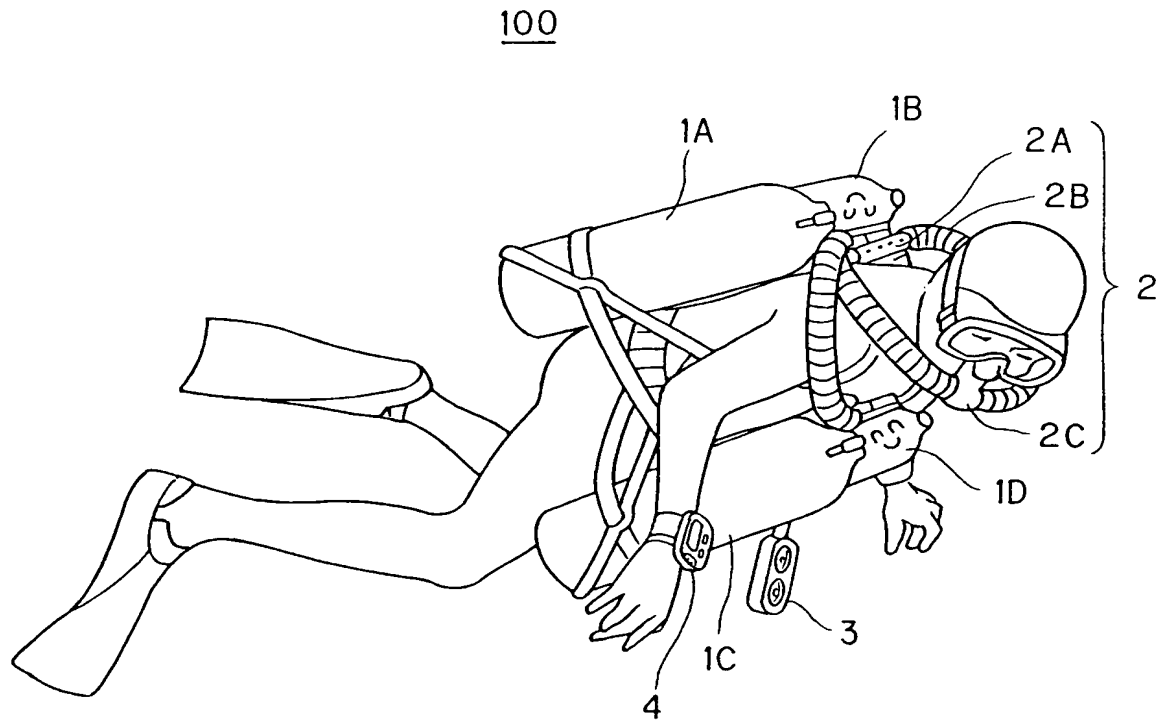
【図9】 ダイビング時のダイブコンピュータの処理フローチャートである。

【符号の説明】

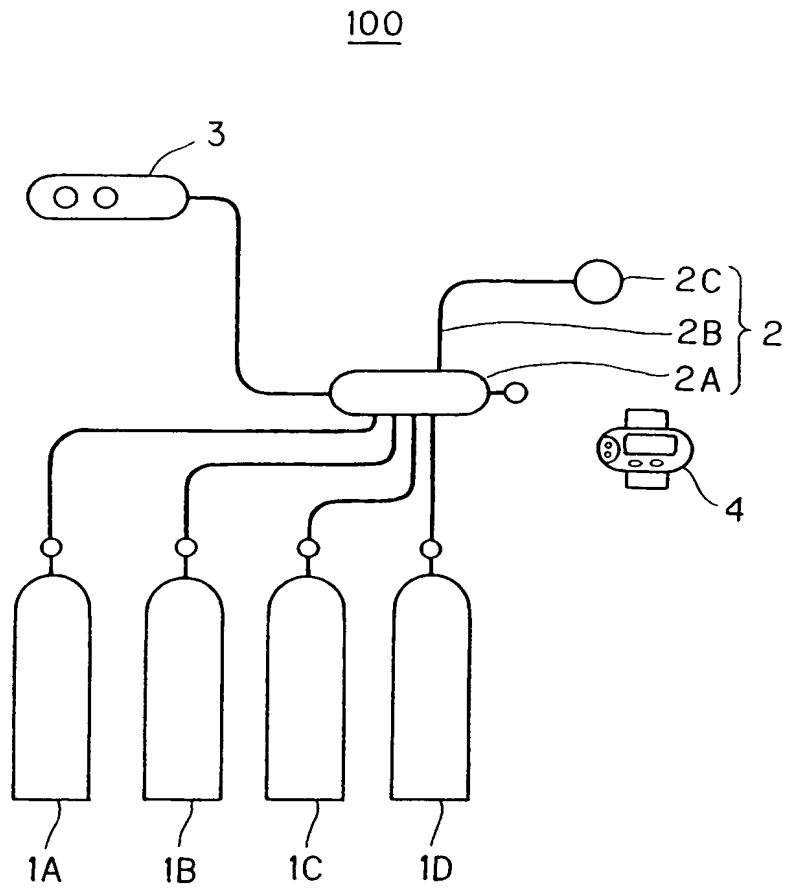
【 0 0 3 3 】

1 0 0…潜水具、1 A～1 D…ポンベ、2…切換バルブ・レギュレータ、3…水深・残圧計、4…ダイバーズ用情報処理装置（ダイブコンピュータ）、5…操作部、1 0…表示部、1 1…液晶表示パネル、1 2…液晶ドライバ、3 0…潜水動作監視スイッチ、3 7…報音装置、3 8…振動発生装置、5 0…制御部、6 1…圧力計測部、6 8…計時部

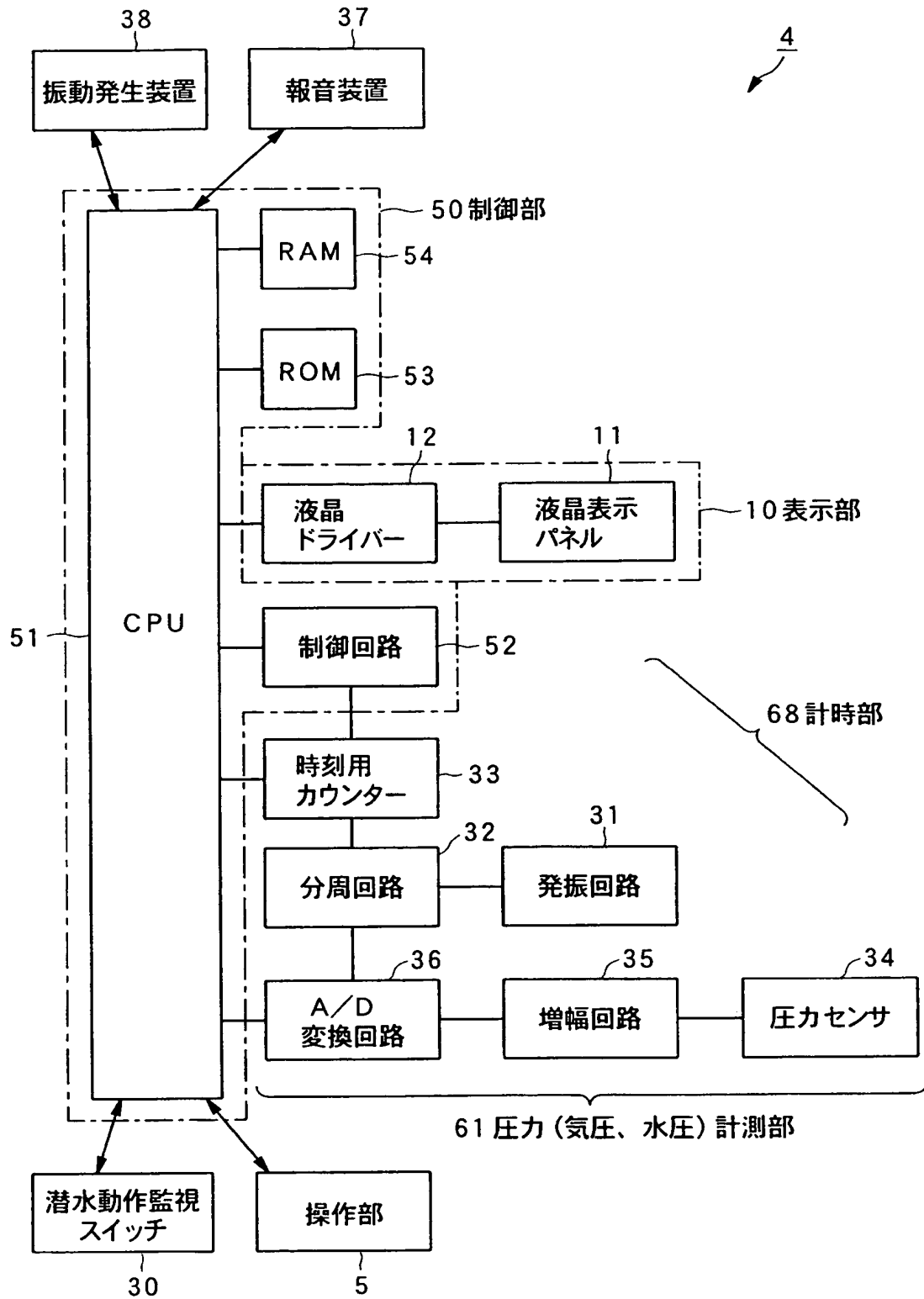
【書類名】 図面
【図 1】



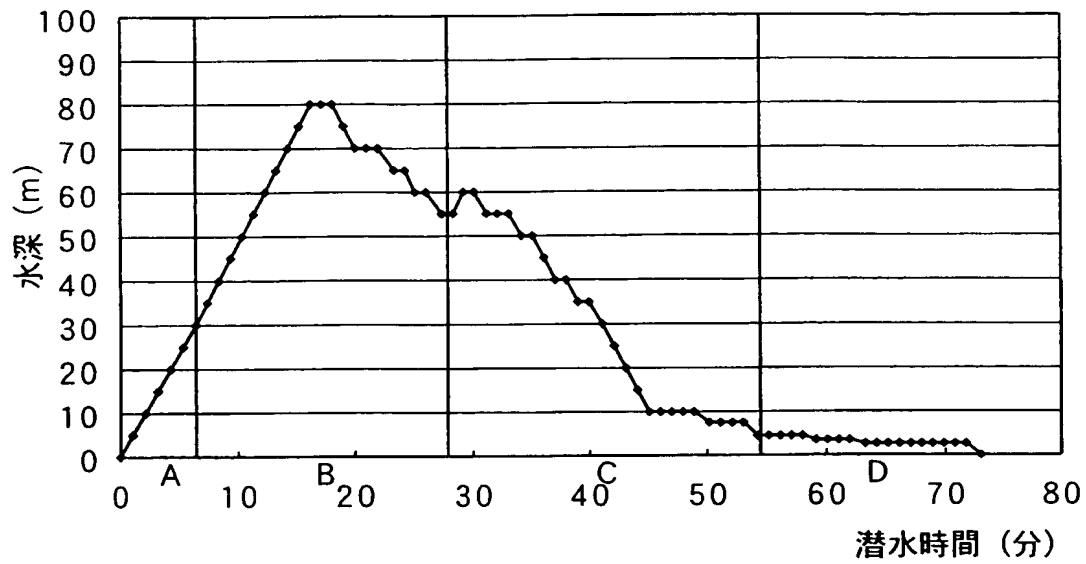
【図 2】



【図 3】



【図 4】



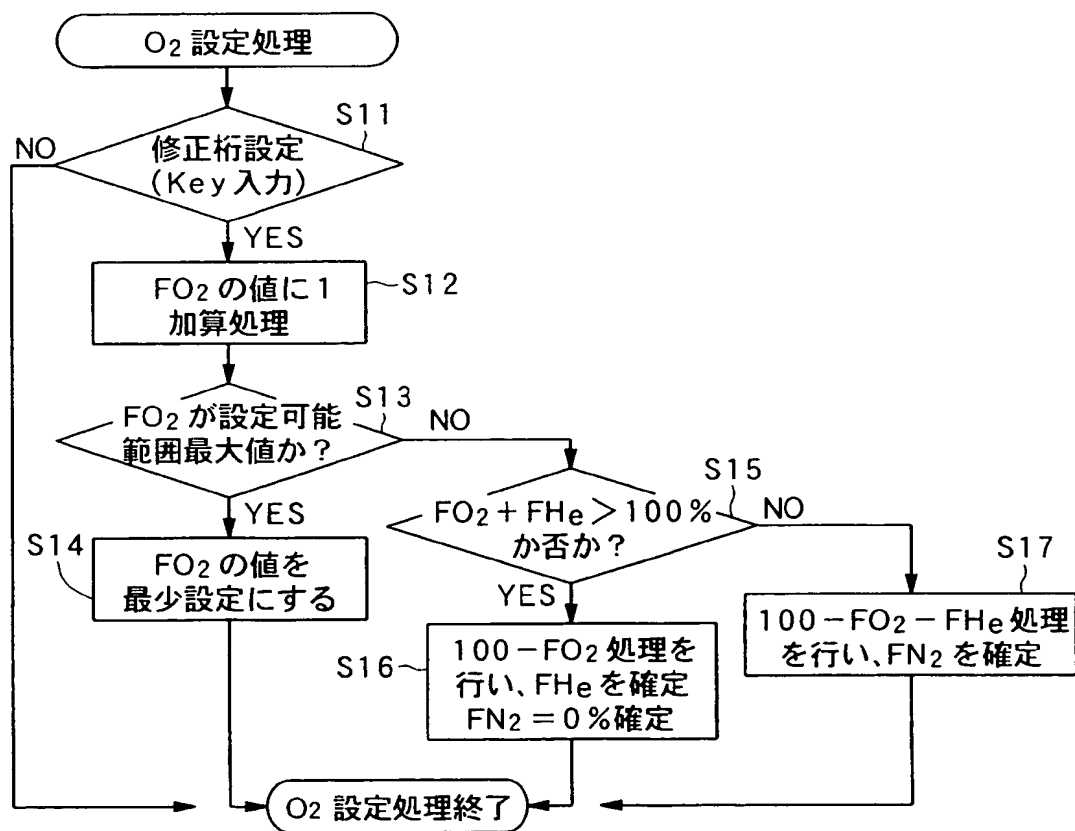
【図 5】

ポンベ	O ₂	N ₂	He
A	21%	79%	0%
B	15%	35%	40%
C	50%	0%	50%
D	70%	10%	20%

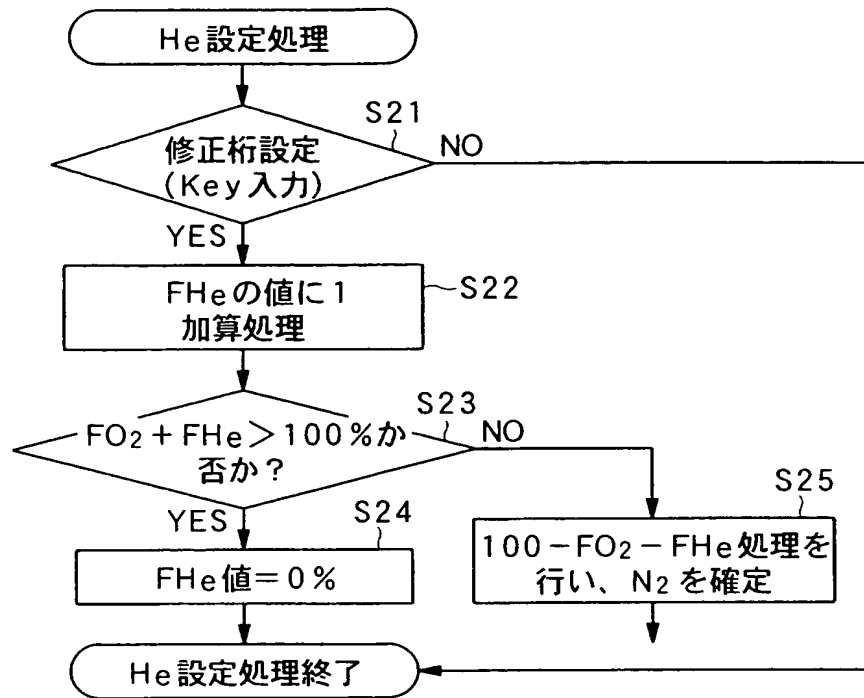
【図 6】

	O ₂	N ₂	He
0～40m	21～50%	0～79%	0～92%
40～60m	16～40%	0～60%	10～92%
60～100m	8～20%	0～40%	20～92%
減圧潜水時	21～99%	0～50%	0～50%

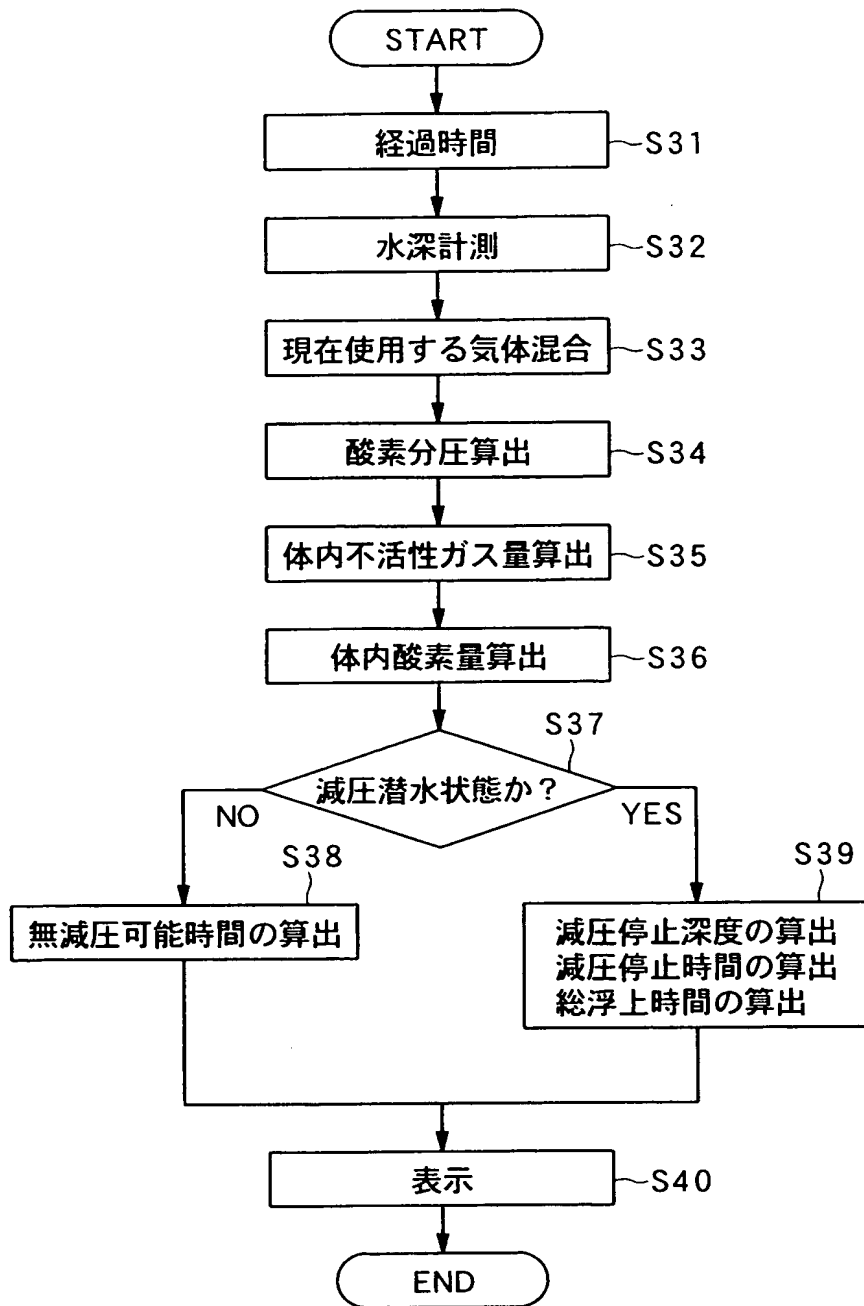
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高深度ダイビングにおいても減圧症、窒素中毒あるいは酸素中毒の発生を低減する。

【解決手段】 複数種類の潜水用ガスを混合した混合ガスが充填され、かつ、互いに潜水用ガスの混合比率が異なる複数のボンベ 1 A ～ 1 D と、複数のボンベ 1 A ～ 1 D に充填された混合ガスのうちいずれかを選択的に供給すべく切り換えを行うための切換装置 2 A と、切換装置 2 A を介して供給された前記混合ガスを所定圧力として供給するレギュレータ 2 と、を備える。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 3 6 7 2 1 3
受付番号	5 0 3 0 1 7 8 4 7 3 3
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 5 年 1 0 月 3 1 日

< 認定情報・付加情報 >

【特許出願人】

【識別番号】	000002369
【住所又は居所】	東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号
【氏名又は名称】	セイコーエプソン株式会社

【代理人】

申請人	
【識別番号】	100091823
【住所又は居所】	東京都千代田区外神田 6 丁目 1 6 番 9 号 外神田 千代田ビル 6 階
【氏名又は名称】	櫛渕 昌之

【選任した代理人】

【識別番号】	100101775
【住所又は居所】	東京都千代田区外神田 6 丁目 1 6 番 9 号 外神田 千代田ビル 6 階
【氏名又は名称】	櫛渕 一江

特願 2 0 0 3 - 3 6 7 2 1 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 3 6 9]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

氏 名

セイコーエプソン株式会社